

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

This Page Blank (uspto)



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09096236 A**(43) Date of publication of application: **08.04.97**

(51) Int. Cl.

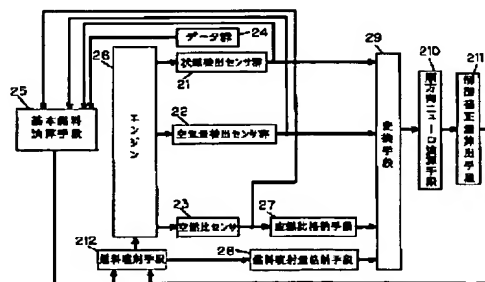
F02D 41/14**F02D 41/12****F02D 45/00**(21) Application number: **07255985**(22) Date of filing: **03.10.95**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor:
**ISHIDA AKIRA
TAKIGAWA MASUO
NAKAMURA TATSUYA
FUJIOKA NORIHIRO****(54) VEHICLE CONTROL DEVICE AND AIR-FUEL RATIO CONTROL DEVICE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a high accurate air-fuel ratio control system which can easily change a control characteristic while compensating stability of the control system.

SOLUTION: A device comprises a condition detection sensor group 21 detecting an operating condition of an engine, air amount detection sensor group 22 detecting an intake air amount, air-fuel ratio sensor 23, basic fuel arithmetic means 25 calculating a basic fuel injection amount from each sensor output value and a preset data group 24, air-fuel ratio storage means 27 storing n-quantity data in the past of air-fuel ratio in each control period, fuel injection amount storage means 28 storing m-quantity data in the past of a fuel injection amount and a conversion means 29 converting each sensor value and storage value. Further the device has a forward direction neuroarithmetic means 210 learning behavior of time delay previously from fuel injection to air-fuel ratio detection, a control correction amount calculation means 211 calculating a fuel injection correction amount by using an air-fuel

ratio estimation value and a fuel injection means 212 injecting a value adding the basic fuel injection value and the fuel injection correction value.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-96236

(43)公開日 平成9年(1997)4月8日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D	41/14	3 1 0	F 0 2 D 41/14	3 1 0 H
	41/12	3 3 0	41/12	3 3 0 J
	45/00	3 4 0	45/00	3 4 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 25 頁)

(21)出願番号 特願平7-255985

(22)出願日 平成7年(1995)10月3日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 石田 明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 瀧川 益生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 中村 遼矢

横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下
通信工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

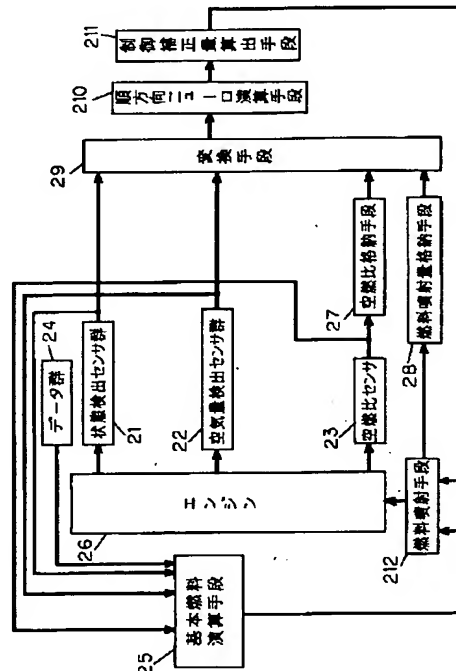
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両制御装置および空燃比制御装置

(57)【要約】

【課題】 制御系の安定性を補償しつつ、容易に制御特性を変更できる高精度空燃比制御システムを提供する。

【解決方法】 エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、空燃比センサ23と、各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25と、制御周期毎に空燃比の過去のデータn個分格納する空燃比格納手段27と、燃料噴射量の過去のデータm個分格納する燃料噴射量格納手段28と、各センサ値と格納値とを変換する変換手段29と、予め燃料噴射から空燃比検出までの時間遅れの挙動を学習した順方向ニューロ演算手段210と、空燃比予測値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段211と、基本燃料噴射量と燃料噴射補正量を加算した値を噴射する燃料噴射手段212を有する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】車両制御、特にエンジン制御に関し、入力から出力までに無駄時間のある制御対象もしくは無駄時間が状況に応じて変動する制御対象に於て、車両およびエンジンに於て無駄時間の要因となるパラメータを少なくとも 1 つ含む各種データを採取するデータ採取手段と、無駄時間の要因となるパラメータに応じて時刻 k の入力に対する無駄時間を有する出力を教師データとして生成する教師データ生成手段と、前記採取データを入力項とし、前記教師データに基づき無駄時間を有する制御対象の特性を学習させる結合係数学習手段を有し、この結合係数を用い時刻 k のタイミングで与えた入力の出力結果を時刻 k の時点で予測するニューロ演算手段と、前記ニューロ演算手段の出力を制御対象の出力の変わりにフィードバック量として制御量を演算する制御量演算手段を有することを特徴とする車両制御装置。

【請求項 2】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、時刻 k の燃料噴射から検出までの時間遅れ n が運転状態に応じて変動する空燃比 $A/F(k+n)$ の予測値を出力とする予め学習されたニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項 3】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃

料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段と、前記燃料噴射手段により噴射された燃料に応じて前記制御補正量算出手段の制御ゲインを変更する制御ゲイン変更手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項 4】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力である空燃比予測値と目標空燃比との誤差 e のフィードバック制御と前記 NN の入力項の中の少なくとも一つ以上の入力値を用いたフィードフォワード制御により燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有し、前記フィードバック制御およびフィードフォワード制御の各ゲインを前記順方向ニューロ演算手段で用いられるニューロの結合係数および中間層出力および出力層出力を用いてオンラインで調整するゲイン調整手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項 5】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前

記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記空燃比センサで検出された空燃比と目標空燃比との誤差 e のフィードバック制御とスロットル開度センサで検出されたスロットル開度のフィードフォワード制御の2自由度系制御則により燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有し、前記フィードバック制御およびフィードフォワード制御の各ゲインを前記順方向ニューロ演算手段で用いられるニューロの結合係数および中間層出力および出力層出力を用いてオンラインで調整するゲイン調整手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項6】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段と、前記ニューロ出力の空燃

比予測値と前記空燃比センサ出力である空燃比との誤差を算出する誤差算出手段と、前記誤差の絶対値がある設定値以上となったとき、センサの故障もしくは断線等のエラーと判定するエラー判定手段と、エラーと判定された場合、ニューロ出力値を用いて補正量を算出する前記制御補正量算出手段の出力をゼロとする補正中止信号発生手段とを有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項7】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段と、フューエルカット状態であるかどうかを判定するフューエルカット状態判定手段と、フューエルカット時に前記燃料噴射手段で加算される制御補正量を強制的にゼロとし、フューエルカット状態から復帰し、且つ前記空燃比がある設定値以下となった時、前記燃料噴射手段で加算される制御補正量を前記制御補正量算出手段の出力とする補正量判定手段とを有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項8】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以

下NN)の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する第1の補正量算出手段と、前記空燃比センサ出力値と目標空燃比との誤差のフィードバックにより燃料噴射補正量を算出する第2の補正量算出手段と、前記第1の補正量算出手段の出力にハイパスフィルターを、前記第2の補正量算出手段の出力にローパスフィルターをかけ、各々を足し合わせたものを燃料噴射補正量とするフィルター処理手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記フィルター処理手段の出力である燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項9】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する第1の補正量算出手段と、前記空燃比センサと目標空燃比との誤差のフィードバックにより燃料噴射補正量を算出する第2の補正量算出手段と、前記センサ群の中の少なくとも1つのセンサ出力値の変動がある設定値以下で定常運転であると判定する定常判定手段と、前記定常判定手段によりセンサ出力値の変動が小さく定常運転であると判断された時のみ前記第2の補正量算出手段の出力を燃料噴射補正量とする補正量切り替え手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項10】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出セン

サ群と、前記各センサ群出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に空燃比の予測値を出力するニューラルネットワークの出力を n 個分最新のデータに更新しながら格納する予測空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記各センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された予測空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行うニューロ演算手段と、空燃比が目標空燃比となるように、前記ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項11】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記ニューロ出力の空燃比予測値と前記空燃比センサ出力である空燃比との誤差を算出する誤差算出手段と、前記センサの中の少なくとも1つのセンサ出力値もしくはニューロ出力値の変化率の時間的経緯に基づき運転状態が定常状態であるかどうかを判定する定常判定手段と、定常状態時において、前記誤差算出手段で算出される e に応じて前記順方向ニューロ演算手段の出力層でのしきい値を、予測空燃比が実空燃比となるように修正するしきい値修正手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算

手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項 1 2】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値と、目標空燃比とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、空燃比が目標空燃比となるような燃料噴射補正量を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う逆方向ニューロ演算手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記逆方向ニューロ演算手段の出力である燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項 1 3】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値と、目標空燃比とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、空燃比が目標空燃比となるような燃料噴射補正量を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う逆方向ニューロ演算手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記逆方向ニューロ演算手段の出力である燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段と、前記空燃比センサで検出された空燃比と前記目標空燃比との誤差を算出する空燃比誤差算出手段と、前記センサの中の少なくとも 1 つのセンサ出力値もしくはニューロ出力値の変化率の時間的経緯に基づき運転状態が定常状態である

かどうかを判定する定常判定手段と、定常状態時において、前記誤差を用いて前記逆方向ニューロ演算手段の結合係数またはしきい値を修正する係数修正手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項 1 4】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、制御周期毎に前記ニューロ出力の空燃比予測値と前記空燃比センサ出力値の過去のデータ k 個分より、キャニスターパージ量を推定するパージ量推定手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値と前記パージ量推定手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項 1 5】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置であって、パージを行う開閉バルブの状態を検出するバルブ状態検出手段と、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記バルブ状態量と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、キャニスターのパージ量を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行うパージ量演算手段と、前記空燃比が目標空燃比

となるように、前記パージ量演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有することを特徴とする空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃エンジンの燃料噴射制御方式のガソリンエンジンに係り、特にニューラルネットワークを応用してエンジンの空燃比を制御する制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来空燃比制御は、 O_2 センサ等の空燃比センサによるフィードバックありのPID制御が一般に行われており、アイドル時などの定常運転域で特に成果を納めている。また、加減速などの過渡状態においては、燃料の増量補正、減量補正をしているが、噴射した燃料が吸気管壁面や吸気バルブなどに付着、もしくはそこから蒸発してくる燃料があるために、加減速時などの過渡状態においては、空燃比を正確に目標値に制御することはできない。

【0003】一方、この付着燃料に着目して特公平5-73908号公報に示されるように加減速時の空燃比補正を噴射燃料がバルブ、壁面へ付着する付着率とそこから蒸発する蒸発時定数を定義することでモデル化しておこなう手法などが提案されている。

【0004】図17は、モデル化手法の例であるが、燃料の壁面付着に着目した吸気管燃料搬送モデル（特公平5-73908号公報）を表したものである。

【0005】図17において、 G_f は吸気管に噴射される燃料噴射量を示し、 X は壁面への燃料付着率、 M_f は吸気管内面などに付着している燃料量の総量で液膜量、 τ は液膜量 M_f から蒸発する燃料の蒸発時定数、 G_{fc} は、実際に燃料が気筒に流入する量で気筒流入燃料量である。

【0006】このモデルは以下の式で表現される。

$$dM_f/dt = -M_f/\tau + XG_f$$

$$G_{fc} = M_f/\tau + (1-X)G_f$$

ところが、蒸発時定数、付着率は吸気マニホールドを通過する空気量、吸気管温度、燃料の質、個別ばらつきなど多くの複雑な要素の影響で決まるため、これらのパラメータを求めることは非常に困難であり、手法としては、たとえば燃料入力のステップ応答を各運転条件下で求めてパラメータのマトリックスデータ群を作成する等を行わなければならない。また、モデル化したものと実際のエンジンとのマッチングのため、シミュレーション応答と実際のエンジン応答の誤差を最小化するなどをおこなう必要もある。すなわち、このモデルを実用化して、目標とする空燃比にエンジンを制御するためには、

多大の時間と制御上の味付けが必要である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上のように従来のアプローチでは、PID制御もしくは燃料の壁面付着モデルを用いた制御を使うにせよ、空燃比に影響を与える機関の構造、パラメータをまず決めなければならない。また、そのパラメータのデータはあらかじめ実験、シミュレーション等により決定し、運転条件等によりデータを持ち換える必要がある。また、空燃比制御を高精度に行うためには、実験、シミュレーションを繰り返し、データ量も多くせざるを得ない。

【0008】燃料壁面付着以外に、空燃比が変動する要因は、空燃比センサ検出時期と燃料噴射時期との関係で決まる遅れ、吸入空気信号の電気的処理による遅れ、スロットル変化検出の遅れ、加速判定遅れによる制御遅れ、インジェクタの機械的開弁遅れおよび燃料の流体遅れ、燃料噴射タイミングずれと吸気弁開閉タイミングとの関係で決まる遅れおよびその他熱的な応答遅れに起因する制御誤差などがあり、構造が複雑でモデル化するのは容易ではなく、多数のデータマップを持つ必要がある。特に空燃比センサ検出時期と燃料噴射時期との関係で決まる遅れは、排気弁からセンサ取り付け位置までの配管伝達遅れが大きく、且つ運転状態（回転数や吸入空気圧等）の変動に対して遅れ量が変動するため制御対象の無駄時間が時変系となり、安定に、しかも精度良くフィードバック制御を行うことは非常に困難である。

【0009】これに対し、特開平3-235723号公報に示すように、上記エンジンの燃料付着等の非線形要素をニューラルネットワークにより学習させ、直接燃料噴射量を算出する構成とし、パラメータ調整時間を短縮し、且つ過渡時の応答性能の向上を図ろうとしているものもある。しかし、学習に於いて学習精度と制御性能に関する汎化性とはトレードオフの関係があり、全運転領域を学習させる学習データの選定が困難で、結果的に多大のデータ群を用いて学習させる必要がある。また、直接制御入力である燃料噴射量を演算する構成となっているため、制御系の安定性を補償できない構造であり、制御特性を変えようとする場合、論理立った方法がなく、試行錯誤で学習を繰り返しながら決定するしかないという問題がある。

【0010】本発明は、ニューロを用い、この制御の構造設計の困難さ、アルゴリズムの複雑性、空燃比制御の高精度化のためのデータ決定手続きの長時間化を解消し、かつ無駄時間を有する制御系の安定性を補償しつつ、容易に制御特性を変更できる高精度空燃比制御システムを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、エンジンの非線形構造を階層型ニューラルネットワーク（以後NNと略す）で学習させる。

【0012】即ち本発明は、車両制御、特にエンジン制御に関し、入力から出力までに無駄時間のある制御対象もしくは無駄時間が状況に応じて変動する制御対象に於て、車両およびエンジンに於て無駄時間の要因となるパラメータを少なくとも1つ含む各種データを採取するデータ採取手段と、無駄時間の要因となるパラメータに応じて時刻の入力に対する無駄時間を有する出力を教師データとして生成する教師データ生成手段と、前記採取データを入力項とし、前記教師データに基づき無駄時間を有する制御対象の特性を学習させる結合係数学習手段を有し、この結合係数を用い時刻のタイミングで与えた入力の出力結果を時刻の時点で予測するニューロ演算手段と、前記ニューロ演算手段の出力を制御対象の出力の変わりにフィードバック量として制御量を演算する制御量演算手段を有するものである。空燃比制御装置に於いては、学習時に無駄時間情報を与え、あらかじめ学習させたNNの出力を用いて燃料噴射補正量を算出し、基本燃料噴射量を補正することにより、過渡時の空燃比変動を抑え、目標空燃比とすることができる。

【0013】また、本発明は、内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサと、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサで検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、NNの入力項となるように変換する変換手段と、前記変換手段により変換された各値を入力項とし、時刻 k の燃料噴射から検出までの時間遅れが運転状態に応じて変動する空燃比 $A/F(k+n)$ の予測値を出力とする予め学習されたNNの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段と、前記基本燃料演算手段により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段を有するものである。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明によれば、内燃エンジンメカニズムのパラメータを具体的に選定する作業、選定パラメータへの影響要因の把握、個別パラメータの実験データ取得などの作業をすることなく、無駄時間を有する制御系を安定に制御することが可能となる。また、エンジンモデルをNNの出力値を用いた偏微分方程式で記述

することができ、制御ゲイン演算に利用できる。

【0015】

【実施例】車両制御、特にエンジン制御に関し、入力から出力までに無駄時間のある制御対象に対して離散値系制御を行う場合、制御対象モデルの次数が高次となり複雑な制御系となってしまう。更に無駄時間が運転状況に応じて無視できないほど大きく変動する制御対象では、一つの制御系では良好な制御性能を得ることは出来ないと言う問題があった。そこで、以下の構成とする事により、実際の制御対象の無駄時間が大きく変動しても、制御系としては一つの制御系で良好な制御性能を得ることが出来る。

【0016】図1に、本発明第1の一実施例に於ける車両制御装置のブロック構成図を示す。

【0017】車両およびエンジン11に於て無駄時間の要因となるパラメータを少なくとも1つ含む各種データを採取するデータ採取手段12と、無駄時間の要因となるパラメータに応じて時刻 k の入力に対する無駄時間を有する出力を教師データとして生成する教師データ生成手段13と、前記採取データを入力項とし、前記教師データに基づき無駄時間を有する制御対象の特性を学習させる結合係数学習手段14を有し、この結合係数を用い時刻 k のタイミングで与えた入力の出力結果を時刻 k の時点で予測するニューロ演算手段15と、前記ニューロ演算手段15の出力を制御対象の出力の変わりにフィードバック量として制御量を演算する制御量演算手段16を有するものである。

【0018】前記ニューロ演算手段15の出力と制御対象への入力との間には無駄時間が存在せず、このニューロ出力値を用いて制御量を演算することにより、常に安定で追従性の良い制御が行うことが出来る。

【0019】尚、ニューロ演算で用いる結合係数は予めオフラインで演算した物を用いてもよい。

【0020】無駄時間が存在する車両制御の中で空燃比制御装置がある。以下、この空燃比制御についての説明を行う。

【0021】多気筒のエンジンの場合、各気筒毎に空燃比センサを用いることができれば、精度のよい空燃比フィードバック制御を行うことができるが、空燃比センサは高価なため、現実には、全ての気筒の排出ガスが一つにまとまった所に、空燃比センサを1個取り付け制御を行っている。しかし、この場合、空燃比センサの出力値は、全気筒で燃料噴射を行い、点火した時の排出ガスが混合した結果であり、また、配管伝達の遅れ等により大きな無駄時間を有する。この出力値を用いて気筒毎の制御を行うことはできず、例えばオブザーバ等で推定して気筒毎の制御を行っていた。また、ニューロを用いて、空燃比を推定する場合でも、空燃比センサが一つの場合は同様の問題があり、従来のニューロ構成では、スロットルを急開閉した時のような過渡時においては、推定値

の位相特性が実際と大きくずれてしまい制御性能が低下すると言う問題があった。そこで、以下の構成にすることにより、過渡時における空燃比の制御性能を向上することができる。

【0022】図2に、本発明第2の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0023】内燃エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、時刻 k の燃料噴射から検出までの時間遅れ n が運転状態に応じて変動する空燃比 $A/F(k+n)$ の予測値を出力とする予め学習されたニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段210と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段210の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段211と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジン26に噴射する燃料噴射手段212を有する構成とする。

【0024】上記エンジンの運転状態を検出する状態検出センサ群21としては、冷却水温センサ等があり、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22としては、エンジンの機関回転数を検出する回転数検出センサや吸気管内圧を検出する吸入空気圧センサ等があり、また直接空気量を検出するセンサもある。

【0025】上記ニューラルネットワークは、入力が燃料噴射量であり出力が空燃比であるエンジンモデルを表現するものであり、学習時に用いられる教師データは、時刻 k のタイミングで噴射された燃料に対する空燃比センサの検出値で無ければならない。

【0026】噴射燃料に対応する空燃比が検出されるまでの時間遅れ（無駄時間）は、排気ガスが排気弁から空燃比センサまで到達するのに掛かる配管の伝達遅れと、空燃比センサ自身の検出遅れが大きな要因である。これらの遅れは例えば機関回転数や吸入空気圧の変動に最も影響を受ける。そこで、ニューロの入力項に例えば前記

2つのパラメータを加えて構成する。学習時に用いる教師データは前記2つのパラメータの値に応じて、時間遅れ相当分ずつ空燃比データをずらしたものを与える。この様に学習されたニューラルネットワークを用いることにより、時刻 k のタイミングで噴射された燃料に対する空燃比の予測値を時刻 k でニューロの出力として得ることができる。

【0027】前記順方向ニューロ演算手段210に於いて、上記手法で学習された結合係数を用いることにより、時間遅れ（無駄時間）を考慮に入れた空燃比の予測値が得られ、この予測値を用いることにより、複雑な無駄時間系の制御系を構築すること無しに過渡時の制御性能を向上させることができる。

【0028】また、以下の発明により、空燃比の制御性能を更に向上させることができる。図3に、本発明第3の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0029】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジンの空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段210と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段210の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段211と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段212と、前記燃料噴射手段212により噴射された燃料に応じて前記制御補正量算出手段211の制御ゲインを変更する制御ゲイン変更手段31を有する構成とする。

【0030】前記制御ゲイン変更手段31の変更方法としては、例えば以下のような方法がある。

【0031】

【数1】

$$K \leftarrow k_c * G_f * \frac{(A/F_{NN} - A/F_{target})}{A/F_{target}}$$

K：制御ゲイン **k_c**：定数 **G_f**：燃料噴射量 **A/F_{NN}**：空燃比予測値
A/F_{target}：目標空燃比

【0032】前記制御ゲイン変更手段31により、運転状況に応じたゲイン変更が可能となり、安定性・追従性を向上させることが出来る。尚、前記制御ゲイン変更手段31では、燃料噴射量に応じてゲインを変更したが、吸入空気圧やスロットル開度等に応じて変更するようにしてもよい。

【0033】また、以下の発明により、空燃比の制御性能を更に向上させることができる。図4に、本発明第4の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0034】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータをn個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータm個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段210と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段210の出力である空燃比予測値と目標空燃比との誤差eのフィードバック制御と前記NNの入力項の中の少なくとも1つ以上の入力値を用いたフィードフォワード制御により燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段41と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段212を有し、前記フィードバック制御およびフィードフォワード制御の各ゲインを前記順方向ニューロ演算手段210で用いられるニューロの結合係数および中間層出力および出力層出力を用いてオンラインで調整するゲイン調整手段42を有する構成とする。

【0035】上記空燃比予測値と目標空燃比との誤差eのフィードバック制御と前記NNの入力項の中の少なくとも1つ以上の入力値を用いたフィードフォワード制御により燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段41と前記フィードバック制御およびフィードフォワード制御の各ゲインをニューロの結合係数および中間層出力および出力層出力を用いてオンラインで調整するゲイン調整手段42とにより、運転状況に応じた燃料噴射補正量を得ることができ、特に過渡時の制御性能を向上させることができる。

【0036】以下、制御補正量算出手段41およびゲイン調整手段42について詳しく説明する。

【0037】一般に、燃料噴射の変化から、空燃比の変化までを表すモデルは、高次の遅れ系で表すことができる。上記、空燃比格納手段27および燃料噴射量格納手段28により、過去のデータ群をN、Nの入力とすることにより、高次の非線形モデルを表現することが可能となる。

【0038】図16に4気筒の場合に於ける、入力層、中間層、出力層の三層で与えられるニューロ構成を示す。ここで、kは制御周期毎に更新される値であり、G_fは、燃料噴射量、P_bは吸気管内圧力、A/Fは空燃比である。

【0039】また、順方向ニューロ演算手段210により、空燃比を出力とするニューロ構成を構築し、ゲイン調整手段42に於て、その結合係数と、中間層の出力値、および出力層出力値より、燃料噴射量から空燃比までのエンジンモデルのパラメータを求め、これを用いて、制御ゲインを算出することにより、現状の動作点周りに於ける安定な制御系を構築することが出来る。この制御ゲイン算出方法としては、線形制御理論を用いて設計することができ、最適レギュレータを構築しても良いし、極指定法を用いてもよく、どの様な方法を用いても良い。

【0040】学習して求めた図16のNNは、空燃比（以下A/F）を出力とする一種の非線形関数f_{nn}と考えることができる。ここで、簡単のため格納数を各々n=1、m=2とした場合次式となる。

【0041】すなわち、

【0042】

【数2】

$$A/F_{NN} = f_{nn}(Gf_k, Gf_{k-1}, A/F_k, P_{bk})$$

【0043】ここで、 Pbk は外乱扱いとし、この関数 f_{nn} を全微分すると、以下の入出力関係式が求まる。

【0044】

【数3】

$$\begin{aligned}\Delta A/F_{NN} &= f_{nn}/Gf_k \cdot \Delta Gf_k + f_{nn}/Gf_{k-1} \cdot \Delta Gf_{k-1} \\ &\quad + f_{nn}/A/F_k \cdot \Delta A/F_k \\ &= q \cdot \Delta Gf_k + q_l \cdot \Delta Gf_{k-1} + p \cdot \Delta A/F_k\end{aligned}$$

【0045】ここで、上記方程式の係数である f_{nn}/Gf_i ($i=k, k-1$)、 $f_{nn}/A/F_j$ ($j=k$) の求め方に付いて説明する。

への結合係数を Wn とする。ここで、入力層出力 I_m 、中間層出力 H_n 、出力層出力 y ($=A/F$) とすると、次式の関係で表すことができる。

【0046】いま、図16で表されるニューロの、入力層から中間層への結合係数を Wmn 、中間層から出力層

【0047】

【数4】

$$\begin{aligned}H_n &= f(U_n), U_n = \sum Wmn I_m - \theta_n \\ y &= f_{nn} = \sum Wn H_n - \theta\end{aligned}$$

【0048】ここで、 θ_n 、 θ は各々中間層、出力層でのしきい値である。また、関数 f は、例えばシグモイド関数とする。即ち $f(x) = 1/(1 + \exp(-x))$ である。尚、関数 f は、正接シグモイド関数 ($\tanh(x)$) としてもよい。

【0049】このとき、次式により偏微分係数が求められる。

【0050】

【数5】

$$\begin{aligned}f_{nn}/I_m &= \sum (y/H_n) \cdot (H_n/U_n) \cdot (U_n/I_m) \\ &= \sum Wn \cdot H_n (1-H_n) \cdot Wmn\end{aligned}$$

【0051】よって、上式を用いて、(数3)の係数 q, q_l, p を求めることができる。(数3)を離散化すると次式となる。

【0052】

【数6】

$$\Delta A/F(z) = \frac{q \cdot z + q_l}{z + p} \cdot \Delta Gf(z)$$

【0053】即ち、燃料噴射量から空燃比までの同定を逐次行っていることとなる。このモデルを用いて、フィ

ードバック行列 K を算出し制御量補正量を求めれば良い。

【0054】次に、先ほど(数2)を全微分するとき、 Pbk は外乱扱いとしたが、既知外乱であるため外乱打ち消し項として制御系に取り込むことが出来る。(数3)から(数6)と同様に Pbk を取り扱うことにより、次式が得られる。

【0055】

【数7】

$$\Delta A/F(z) = \frac{q \cdot z + q_l}{z + p} \cdot \Delta Gf(z) + \frac{r \cdot z}{z + p} \cdot \Delta Pb(z)$$

【0056】よって、外乱打ち消し項として以下の値を制御補正量に加えればよい。

【0057】

【数8】

$$\Delta g(z) = - \frac{r \cdot z}{q \cdot z + q_l} \cdot \Delta Pb(z)$$

【0058】フィードバックゲイン K (K はパラメータ p, q, q_l より算出される)、目標値 A/F_{target} 、空燃比予測値 A/F_{NN} とすると、燃料噴射補正量は次式で与えられる。

【0059】

【数9】

$$\Delta Gf(z) = K * (A/F_{NN} - A/F_{target}) - \frac{r \cdot z}{q \cdot z + q_l} \cdot \Delta Pb(z)$$

【0060】以上の動作をまとめると、順方向ニューロ演算手段210およびゲイン調整手段42により、運転状態に応じたエンジンモデルのパラメータ q, q_l, p, r が逐次計算され、運転状況に応じて安定となるフィードバッ

クゲイン K が、前記 q, q_l, p を用いて算出され、制御補正量算出手段211に於いて、(数9)により補正量が演算される。

【0061】また、以下の発明により、空燃比の制御性

能を向上させることができる。図5に、本発明第5の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0062】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータをn個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータm個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段210と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記空燃比センサ23で検出

された空燃比と目標空燃比との誤差eのフィードバック制御とスロットル開度センサ51で検出されたスロットル開度のフィードフォワード制御の2自由度系制御則により燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段52と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段212を有し、前記フィードバック制御およびフィードフォワード制御の各ゲインを前記順方向ニューロ演算手段210で用いられるニューロの結合係数および中間層出力および出力層出力を用いてオンラインで調整するゲイン調整手段42を有する構成とする。

【0063】上記空燃比センサ23で検出された空燃比と目標空燃比との誤差eのフィードバック制御とスロットル開度センサ51で検出されたスロットル開度のフィードフォワード制御の2自由度系制御則により燃料噴射補正量を算出する構成とすることにより、推定精度が多少劣化しても、空燃比は常に目標空燃比となる制御が行える。前記制御補正量算出手段52で用いられる演算式は、例えば次式で与えられる。

【0064】

【数10】

$$\Delta Gf(z) = K * (A/F(z) - A/F_{target}) - \frac{r1 \cdot z}{q \cdot z + q1} \cdot \Delta \theta(z)$$

【0065】ここで、 $\Delta \theta$ はスロットル開度の差分値、r1は（数4）および（数5）で得られるスロットル開度の偏微分パラメータである。

【0066】上記のような、直接ニューロの出力を用いる制御系に於いて、ニューロの入力項に入る各センサの中の一つが故障もしくは断線等により、ニューロに入る情報がデタラメな場合、ニューロの出力もデタラメな値となり、制御系として不安定となってしまう問題がある。そこで以下の構成にすることにより、過剰な燃料噴射やエンストとなることを防ぐことが出来る。

【0067】図6に、本発明第6の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0068】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータをn個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータm個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出

値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段210と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段210の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段211と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段212と、前記ニューロ出力の空燃比予測値と前記空燃比センサ23出力である空燃比との誤差を算出する誤差算出手段61と、前記誤差の絶対値がある設定値以上となったとき、センサの故障もしくは断線等のエラーと判定するエラー判定手段62と、エラーと判定された場合、ニューロ出力値を用いて補正量を算出する前記制御補正量算出手段211の出力をゼロとする補正中止信号発生手段63とを有する構成とする。

【0069】前記エラー判定手段62に於いて、ニューロ出力の空燃比予測値と前記空燃比センサ23出力である空燃比との誤差が過渡時も含め1以上ずれた場合、入力項の中の少なくとも一つ以上のセンサの故障もしくは

断線等のエラーと判定することができる。なお、エラー判定に於いて、誤差が設定値以上連続Tmsec続いた場合にエラーと判定するようにしてもよい。

【0070】上記構成により、センサの故障もしくは断線等によるエンジンの暴走もしくは停止を防ぐことが出来る。

【0071】また、フューエルカット時には補正を中断し、フューエルカット復帰時に補正を再開する必要がある。そこで以下の構成とすることによりスムーズに補正を再開することができる。

【0072】図7に、本発明第7の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0073】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータをn個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータm個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段210と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段210の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段211と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段212と、フューエルカット状態であるかどうかを判定するフューエルカット状態判定手段71と、フューエルカット時に前記燃料噴射手段212で加算される制御補正量を強制的にゼロとし、フューエルカット状態から復帰し、且つ前記空燃比がある設定値以下となった時、前記燃料噴射手段212で加算される制御補正量を前記制御補正量算出手段211の出力とする補正量判定手段72とを有する構成とする。

【0074】上記補正量判定手段72に於いて、フューエルカット状態から復帰し、空燃比センサ23で検出された空燃比が例えば目標空燃比に対して2以内となったとき、即ち目標空燃比が理論空燃比の14.7の場合には、16.7以下となったときに制御補正量算出手段211の出力を用いて補正を開始するような動作となる。

【0075】以上の構成により、無駄な燃料噴射をなくし、且つスムーズにフューエルカット後の補正制御が行えるようになる。

【0076】直接ニューロ出力である空燃比予測値と目標空燃比との誤差をフィードバックする制御則では、予測値に微少な定常バイアスがあると、空燃比予測値A/FNNは目標空燃比となっても、実際の空燃比センサ出力である実空燃比A/Fは目標空燃比とはならないと言う問題がある。そこで、以下の構成とすることにより定常バイアスがある場合でも、実空燃比A/Fが目標空燃比A/Ftargetとなる制御を行うことが出来る。

【0077】図8に、本発明第8の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0078】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータをn個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータm個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段210と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段210の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する第1の補正量算出手段81と、前記空燃比センサ23出力と目標空燃比との誤差のフィードバック（以下F.B.）により燃料噴射補正量を算出する第2の補正量算出手段82と、前記第1の補正量算出手段81の出力にハイパスフィルターを、前記第2の補正量算出手段82の出力にローパスフィルターをかけ、各々を足し合わせたものを燃料噴射補正量とするフィルター処理手段83と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記フィルター処理手段83の出力である燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段212を有する構成とする。

【0079】上記第1の補正量算出手段81の出力、即ちニューロ出力の空燃比予測値を用いたF.B.で演算される補正量を $\Delta Gf1$ 、第2の補正量算出手段82の出力、即ち空燃比センサ出力を用いたF.B.で演算される補正量を $\Delta Gf2$ とすると、フィルター処理手段83では

以下の演算を行う。

【0080】

$$\Delta G f = \frac{b \cdot b \cdot z^{-1}}{a + b + (a - b) \cdot z^{-1}} \cdot \Delta G f 1 + \frac{a \cdot a \cdot z^{-1}}{a + b + (a - b) \cdot z^{-1}} \cdot \Delta G f 2$$

【0081】 $\Delta G f 1$ にはハイパスフィルターを、 $\Delta G f 2$ にはローパスフィルターをかけ足しあわせる。ここで、(数11)のa, bは、サンプリング周期とカットオフ周波数により決まる定数である。カットオフ周波数としては、例えば0.1Hz等を用いればよい。

【0082】以上の構成により、定常域では空燃比センサF. B. となり、過渡時には空燃比予測値を用いたF. B. とすることができ、定常・過渡各々の制御性能を向上することが出来る。

【0083】尚、カットオフ周波数を定数とする必要はなく、運転状態に応じて可変とじてもよい。例えば回転数に応じて、低回転ではカットオフを小さく設定し、高回転ではカットオフ周波数が高くなるように可変としてもよい。更に、カットオフ周波数を必ずしも同じ値に揃える必要はなく、別々の値に設定してもよい。ただし、ハイパスフィルターのカットオフ周波数は、ローパスフィルターのカットオフ周波数よりも小さく設定しなければならない。

【0084】また、上記の様なフィルター処理が演算として負荷が大きいとき、以下の構成により簡便に同様の効果を得ることができる。

【0085】図9に、本発明第9の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0086】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ24群より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータをn個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータm個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段210と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段210の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する第1の補正量算出手段81と、前記空燃比センサ23と目

【数11】

標空燃比との誤差のフィードバックにより燃料噴射補正量を算出する第2の補正量算出手段82と、前記センサ群の中の少なくとも1つのセンサ出力値の変動がある設定値以下で定常運転であると判定する定常判定手段91と、前記定常判定手段91によりセンサ出力値の変動が小さく定常運転であると判断された時のみ前記第2の補正量算出手段82の出力を燃料噴射補正量とする補正量切り替え手段92と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジン26に噴射する燃料噴射手段212を有する構成とする。

【0087】上記定常判定手段91に於いて、例えば空燃比センサ23の出力値A/Fを用いて判定できる。変動の評価の方法として、サンプル値の差分値 $\Delta A/F$ の絶対値の値が例えば0.1以下の時定常運転であると判定する。尚、k個の $\Delta A/F$ の絶対値の平均をとり、その値が設定値以下のとき定常運転であると判定してもよい。

【0088】以上の構成により、運転状態が定常である時のみ空燃比センサ23出力F. B. を行うことが可能となり、空燃比予測値と実空燃比との間に定常バイアスがある場合でも、実空燃比を目標空燃比とすることが出来る。

【0089】次に、空燃比センサを用いずに、同等の制御性能を得ることができる構成を示す。

【0090】図10に、本発明第10の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0091】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、前記各センサ群出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に空燃比の予測値を出力するニューラルネットワークの出力をn個分最新のデータに更新しながら格納する予測空燃比格納手段101と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータm個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記各センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された予測空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行うニューロ演算手段102と、空

燃比が目標空燃比となるように、前記ニューロ演算手段 102 の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段 211 と、前記基本燃料演算手段 25 により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジン 26 に噴射する燃料噴射手段 212 を有する構成とする。

【0092】上記構成とすることにより、空燃比センサを用いること無しに、空燃比予測値を算出することができる。

【0093】車両や各センサの個体差や経年変化により、ニューロ出力の空燃比予測値と空燃比センサ出力とが一致しなくなると言う問題がある。そこで、以下の構成にすることにより、オンラインでニューロ出力の修正が可能となる。

【0094】図 11 に、本発明第 11 の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0095】内燃エンジン 26 の運転状態を検出する状態検出センサ群 21 と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群 22 と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ 23 と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群 24 より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段 25 により空燃比制御を行う内燃エンジン 26 の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ 23 で検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段 27 と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段 28 と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段 29 と、前記変換手段 29 により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段 210 と、前記ニューロ出力の空燃比予測値と前記空燃比センサ出力である空燃比との誤差を算出する誤差算出手段 112 と、前記センサの中の少なくとも 1 つのセンサ出力値もしくはニューロ出力値の変化率の時間的経緯に基づき運転状態が定常状態であるかどうかを判定する定常判定手段 111 と、定常状態時において、前記誤差算出手段 112 で算出される e に応じて前記順方向ニューロ演算手段 210 の出力層でのしきい値を、予測空燃比が実空燃比となるように修正するしきい値修正手段 113 と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段 210 の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段 211 と、前記基本燃料演算手段 25 により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段 212 を有する構成とする。

【0096】上記定常判定手段 111 に於いて、例えばニューロ出力値 A/FNN の変化率 $\Delta A/FNN$ の k 個の絶対値の平均値が空燃比換算で 0.1 以下の時、運転状態が定常状態であると判断する。尚、他のセンサの変化率を用いてもよく、また複数のセンサの変化率が同時に設定値以下となる時を定常状態であると判定するようにしてもよい。

【0097】常判定手段 111 により、定常状態であると判定されたとき、誤差算出手段 112 で算出されるニューロ出力の空燃比予測値と空燃比センサ出力との誤差 e の値に応じて、しきい値修正手段 113 により順方向ニューロ演算手段 210 の出力層でのしきい値を修正する。例えば、前記誤差 e が正の場合、即ち空燃比予測値の方が実空燃比に対して大きな値（リーン側）を示しているとき、ニューロ出力層の関数（例えば正接シグモイド関数など）に入る前の値が負の方向となるように出力層のしきい値を修正する。これにより、ニューロ出力である空燃比予測値は小さく（リッチ側）なり、誤差が小さくなる。また、前記誤差 e が負の場合は、ニューロ出力層の関数に入る前の値が正の方向となるように出力層のしきい値を修正する。

【0098】以上の構成により、車両や各センサの個体差や経年変化による、ニューロ出力の空燃比予測値と空燃比センサ出力とのズレ量を、オンラインで修正することができる。

【0099】以下の構成とすることにより、直接補正量を算出することもできる。図 12 に、本発明第 12 の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0100】内燃エンジン 26 の運転状態を検出する状態検出センサ群 21 と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群 22 と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ 23 と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群 24 より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段 25 により空燃比制御を行う内燃エンジン 26 の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ 23 で検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段 27 と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段 28 と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値と、目標空燃比 122 とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段 29 と、前記変換手段 29 により変換された各値を入力項とし、空燃比が目標空燃比 122 となるような燃料噴射補正量を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う逆方向ニューロ演算手段 121 と、前記基本燃料演算手段 25 により算出された基本燃料噴射量と前記逆方向ニューロ演算手段 121 の出力で

ある燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段 212 を有する構成とする。

【0101】以上の構成とすることにより、制御系設計の必要がなくなり、開発工数が削減できるという効果も期待できる。

【0102】直接補正量をニューロで演算する場合、実空燃比と目標空燃比との間に定常バイアスが残る可能性がある。そこで、以下の構成により解決することが出来る。

【0103】図 13 に、本発明第 13 の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0104】内燃エンジン 26 の運転状態を検出する状態検出センサ群 21 と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群 22 と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ 23 と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群 24 より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段 25 により空燃比制御を行う内燃エンジン 26 の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ 23 で検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段 27 と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段 28 と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値と、目標空燃比 122 とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段 29 と、前記変換手段 29 により変換された各値を入力項とし、空燃比が目標空燃比 122 となるような燃料噴射補正量を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う逆方向ニューロ演算手段 121 と、前記基本燃料演算手段 25 により算出された基本燃料噴射量と前記逆方向ニューロ演算手段 121 の出力である燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段 212 と、前記空燃比センサ 23 で検出された空燃比と前記目標空燃比 122 との誤差を算出する空燃比誤差算出手段 131 と、前記センサの中の少なくとも 1 つのセンサ出力値もしくはニューロ出力値の変化率の時間的経緯に基づき運転状態が定常状態であるかどうかを判定する定常判定手段 111 と、定常状態時に於いて、前記誤差を用いて前記逆方向ニューロ演算手段 121 の結合係数またはしきい値を修正する係数修正手段 132 を有する構成とする。

【0105】以上の構成により、実空燃比と目標空燃比との間に定常バイアスが残る場合や、車両や各センサの個体差や経年変化により、ニューロ出力補正量が適正な値を示さなくなった場合等、オンラインで修正することができる。

【0106】空燃比制御に於て、より高精度へと制御性能を高めていく為には、キャニスターのバージ量の影響を無視することができなくなってくる。キャニスターバ

ージは通常観測できない系への外乱であり、それをどの様にして捉えるかが問題となっている。そこで、以下の構成によりキャニスターバージ量の増減を間接的に検出し、その値を用いて制御補正量を算出することにより、高精度な空燃比制御が行える。

【0107】図 14 に、本発明第 14 の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0108】内燃エンジン 26 の運転状態を検出する状態検出センサ群 21 と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群 22 と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ 23 と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群 24 より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段 25 により空燃比制御を行う内燃エンジン 26 の空燃比制御装置に於て、制御周期毎に前記空燃比センサ 23 で検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段 27 と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段 28 と、前記センサ群の各検出値と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下 NN）の入力項となるように変換する変換手段 29 と、前記変換手段 29 により変換された各値を入力項とし、燃料噴射からある時間遅れを持って変動する空燃比の予測値を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行う順方向ニューロ演算手段 210 と、制御周期毎に前記ニューロ出力の空燃比予測値と前記空燃比センサ出力値の過去のデータ k 個分より、キャニスターバージ量を推定するバージ量推定手段 141 と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記順方向ニューロ演算手段 210 の出力値と前記バージ量推定手段 141 の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段 142 と、前記基本燃料演算手段 25 により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジン 26 に噴射する燃料噴射手段 212 を有する構成とする。

【0109】上記バージ量推定手段 141 に於て、制御周期毎に前記ニューロ出力の空燃比予測値と前記空燃比センサ出力値の過去のデータ k 個分よりバージ量が増加しているかどうか、また増加度合を推定する。具体的には、ニューロの入力項データが過去 k サンプル間変化していないにも関わらず、空燃比が単調的な変化を行った場合、系への外乱であるキャニスターのバージ量が増加したと判断できる。この時の、空燃比の k サンプル間の変化量によりキャニスターバージ量の増減度合を間接的に求めることが出来る。このキャニスターバージ量の増減度合に応じて燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段 142 に於て、補正量を増減度合とは逆方向に修正する項を加えることにより、系への外乱であるキャニスターバージの影響を低減することができる。

【0110】また、以下の構成により直接ニューロによりキャニスターパージ量を算出することが出来る。

【0111】図15に、本発明第15の一実施例に於ける空燃比制御装置のブロック構成図を示す。

【0112】内燃エンジン26の運転状態を検出する状態検出センサ群21と、吸入空気量を検出する空気量検出センサ群22と、機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ23と、前記各センサ出力値と、予め設定されたデータ群24より、基本燃料噴射量を演算する基本燃料演算手段25により空燃比制御を行う内燃エンジン26の空燃比制御装置に於て、パージを行う開閉バルブの状態を検出するバルブ状態検出手段151と、制御周期毎に前記空燃比センサ23で検出された空燃比の過去のデータを n 個分最新のデータに更新しながら格納する空燃比格納手段27と、制御周期毎に各気筒に噴射された燃料噴射量の過去のデータ m 個分を最新のデータに更新しながら格納していく燃料噴射量格納手段28と、前記センサ群の各検出値と前記バルブ状態量と前記格納手段で格納された空燃比および燃料噴射量の格納値とが、ニューラルネットワーク（以下NN）の入力項となるように変換する変換手段29と、前記変換手段29により変換された各値を入力項とし、キャニスターのパージ量を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行うパージ量演算手段152と、前記空燃比が目標空燃比となるように、前記パージ量演算手段152の出力値を用いて、燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段153と、前記基本燃料演算手段25により算出された基本燃料噴射量と前記燃料噴射補正量を加算した値をエンジンに噴射する燃料噴射手段212を有する構成とする。

【0113】上記バルブ状態検出手段151により検出される状態量として、例えばパージを行う開閉バルブのバルブ開指令時間を用いる。また、教師データとして用いるパージ量は、パージを全く行わない状態で学習させたニューロ出力値と、空燃比センサ出力値との差を用いる。これにより、ニューロ入力項に吸入空気温度等を加えることにより、外環境に応じてキャニスターパージ量に変化する状態を学習することが出来る。よって、上記構成により、推定パージ量を用いて制御補正量を修正することにより系への外乱であるキャニスターパージの影響を低減することができる。

【0114】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、教師データ生成手段により、無駄時間の要因となるパラメータに応じて時刻 k の入力に対する無駄時間を有する出力を教師データとして生成し、この教師データに基づき結合係数学習手段により無駄時間を有する制御対象の特性を学習させた結合係数を用いたニューロ演算手段の出力と制御対象への入力との間には無駄時間が存在せず、このニューロ出力値を用いて制御量を演算することにより、実

際の制御対象の無駄時間が大きく変動しても、制御系としては一つの制御系で常に安定で追従性の良い制御が行うことが出来る。

【0115】また、順方向ニューロ演算手段に於て、教師データとして時間遅れ（無駄時間）相当分づつ空燃比データをずらしたものを与え学習された結合係数を用いることにより、時間遅れ（無駄時間）を考慮に入れた空燃比の予測値が得られ、この予測値を用いることにより、複雑な無駄時間系の制御系を構築すること無しに過渡時の制御性能を向上させることができる。

【0116】更に、制御ゲイン変更手段により、運転状況に応じたゲイン変更が可能となり、安定性・追従性を向上させることができるという効果を有する。

【0117】また、制御補正量算出手段により、空燃比予測値と目標空燃比との誤差 e のフィードバック制御と前記NNの入力項の中の少なくとも1つ以上の入力値を用いたフィードフォワード制御により燃料噴射補正量を算出する構成とし、ゲイン調整手段により、前記フィードバック制御およびフィードフォワード制御の各ゲインをニューロの結合係数および中間層出力および出力層出力を用いてオンラインで調整することにより、運転状況に応じた燃料噴射補正量を得ることができ、特に過渡時の制御性能を向上させることができる。

【0118】制御補正量算出手段により、空燃比センサで検出された空燃比と目標空燃比との誤差 e のフィードバック制御とスロットル開度センサで検出されたスロットル開度のフィードフォワード制御の2自由度系制御則により燃料噴射補正量を算出する構成とすることにより、推定精度が多少劣化しても、空燃比は常に目標空燃比となる制御が行えるという効果を有する。

【0119】また、エラー判定手段により、ニューロ出力の空燃比予測値と前記空燃比センサ出力である空燃比との誤差が設定値以上ずれた場合、入力項の中の少なくとも一つ以上のセンサの故障もしくは断線等のエラーと判定することができ、センサの故障もしくは断線等によるエンジンの暴走もしくは停止を防ぐことが可能となる。

【0120】また、補正量判定手段により、フューエルカット時は、補正量をゼロとし、フューエルカット状態から復帰し、空燃比センサで検出された空燃比が目標空燃比に対して設定値以内となったときは、制御補正量算出手段の出力を用いて補正を開始することにより、無駄な燃料噴射をなくし、且つスムーズにフューエルカット後の補正制御を行うことが可能となる。

【0121】フィルター処理手段により、ニューロ出力の空燃比予測値を用いたF. B. で演算される補正量 $\Delta G f 1$ にはハイパスフィルターを、空燃比センサ出力を用いたF. B. で演算される補正量 $\Delta G f 2$ にはローパスフィルターをかけて、足しあわせたものを新たに補正量とすることにより、定常域では空燃比センサF. B. となり、過渡

時には空燃比予測値を用いたF. B. とすることができ、ため、定常バイアスがある場合でも、実空燃比 A/F が目標空燃比 A/F_{target} となる制御を行うことができ、定常・過渡各々の制御性能を向上させることができる。

【0122】また、定常判定手段により、例えば空燃比センサの出力値 A/F を用いて定常運転であるかどうかを判定し、補正量切り替え手段により、定常運転時のみ空燃比センサ出力F. B. を行うことにより、空燃比予測値と実空燃比との間に定常バイアスがある場合でも、簡単な方法で実空燃比を目標空燃比とすることが出来ると言う効果を有する。

【0123】予測空燃比格納手段に於て、制御周期毎に空燃比の予測値を出力するニューラルネットワークの出力を n 個分最新のデータに更新しながら格納し、この格納値をニューロの入力項に入れることにより、空燃比センサを用いること無しに、ニューロ演算手段で空燃比予測値を算出することができる。

【0124】定常判定手段に於いて、運転状態が定常状態であると判定されたとき、誤差算出手段で算出されるニューロ出力の空燃比予測値と空燃比センサ出力との誤差 e の値に応じて、しきい値修正手段により順方向ニューロ演算手段の出力層でのしきい値を修正することにより、車両や各センサの個体差や経年変化によるニューロ出力の空燃比予測値と空燃比センサ出力とのズレ量をオンラインで修正することが可能となる。

【0125】逆方向ニューロ演算手段により、空燃比が目標空燃比となるような燃料噴射補正量を出力とするニューラルネットワークの演算をリアルタイムで行うことが可能となり、制御系設計の必要がなくなり、開発工数が削減できるという効果を有する。

【0126】また、係数修正手段により、定常判定手段で運転状態が定常状態であると判定されたとき、空燃比誤差算出手段で得られる空燃比と目標空燃比との誤差を用いて前記逆方向ニューロ演算手段の結合係数またはしきい値を修正することにより、実空燃比と目標空燃比との間に定常バイアスが残る場合や、車両や各センサの個体差や経年変化により、ニューロ出力補正量が適正な値を示さなくなった場合でも制御性能を維持することが可能となる。

【0127】パージ量推定手段に於て、制御周期毎にニューロ出力の空燃比予測値と空燃比センサ出力値の過去のデータ k 個分よりパージ量の増加度合を推定し、この増減度合に応じて燃料噴射補正量を算出する制御補正量算出手段に於て、補正量を増減度合とは逆方向に修正する項を加えることにより、系への外乱であるキャニスターパージの影響を低減することができる。

【0128】また、バルブ状態検出手段によりパージを行う開閉バルブのバルブ開指令時間を検出し、これをニューロの入力項に加え、教師データとして、パージを全く行わない状態で学習させたニューロ出力値と、空燃比

センサ出力値との差を用いて学習することにより、外環境に応じてキャニスターパージ量が増加する状態を学習することができ、パージ量演算手段の出力である推定パージ量を用いて制御補正量を修正することにより系への外乱であるキャニスターパージの影響を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の空燃比制御装置の第1の実施例のブロック構成図

【図2】同第2の実施例のブロック構成図

【図3】同第3の実施例のブロック構成図

【図4】同第4の実施例のブロック構成図

【図5】同第5の実施例のブロック構成図

【図6】同第6の実施例のブロック構成図

【図7】同第7の実施例のブロック構成図

【図8】同第8の実施例のブロック構成図

【図9】同第9の実施例のブロック構成図

【図10】同第10の実施例のブロック構成図

【図11】同第11の実施例のブロック構成図

【図12】同第12の実施例のブロック構成図

【図13】同第13の実施例のニューロ構成図

【図14】同第14の実施例のブロック構成図

【図15】同第15の実施例のニューロ構成図

【図16】本発明の第2から第9および第11の実施例で用いるニューロ構成図

【図17】吸気管内燃料付着モデルの概念図

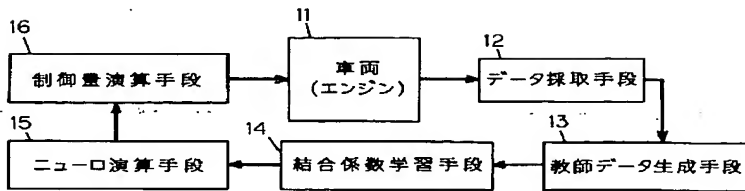
【符号の説明】

- 1 1 車両（エンジン）
- 1 2 データ採取手段
- 1 3 教師データ生成手段
- 1 4 結合係数学習手段
- 1 5 ニューロ演算手段
- 1 6 制御量演算手段
- 2 1 状態検出センサ群
- 2 2 空気量検出センサ群
- 2 3 空燃比センサ
- 2 4 データ群
- 2 5 基本燃料演算手段
- 2 6 エンジン
- 2 7 空燃比格納手段
- 2 8 燃料噴射量格納手段
- 2 9 変換手段
- 2 10 順方向ニューロ演算手段
- 2 11 制御補正量算出手段
- 2 12 燃料噴射手段
- 3 1 制御ゲイン変更手段
- 4 2 ゲイン調整手段
- 5 1 スロットル開度センサ
- 6 1 誤差算出手段
- 6 2 エラー判定手段

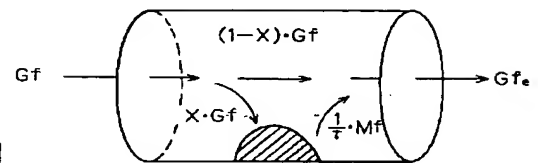
- 6 3 補正中止信号発生手段
- 7 1 フューエルカット状態判定手段
- 7 2 補正量判定手段
- 8 1 第1の補正量算出手段
- 8 2 第2の補正量算出手段
- 8 3 フィルター処理手段
- 9 1 定常判定手段
- 9 2 補正量切り替え手段
- 1 0 1 予測空燃比格納手段

- 1 0 2 ニューロ演算手段
- 1 1 3 しきい値修正手段
- 1 2 1 逆方向ニューロ演算手段
- 1 2 2 目標空燃比
- 1 3 1 空燃比誤差算出手段
- 1 3 2 係数修正手段
- 1 4 1 パージ量推定手段
- 1 5 1 バルブ状態検出手段
- 1 5 2 パージ量演算手段

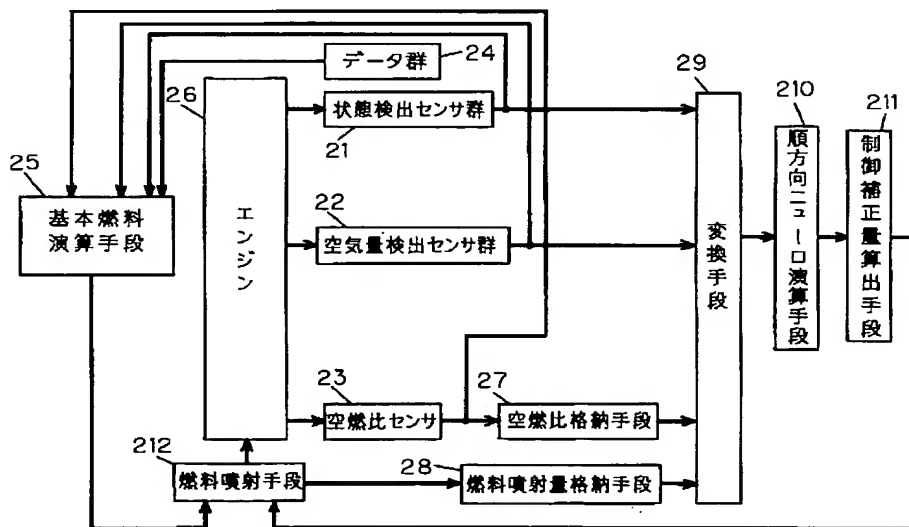
【図1】



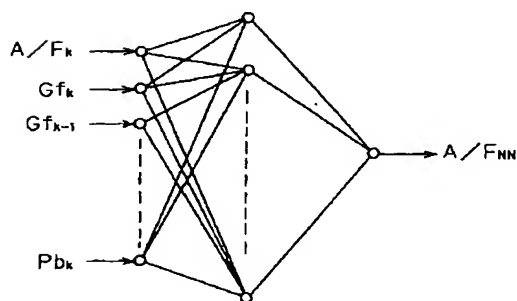
【図17】



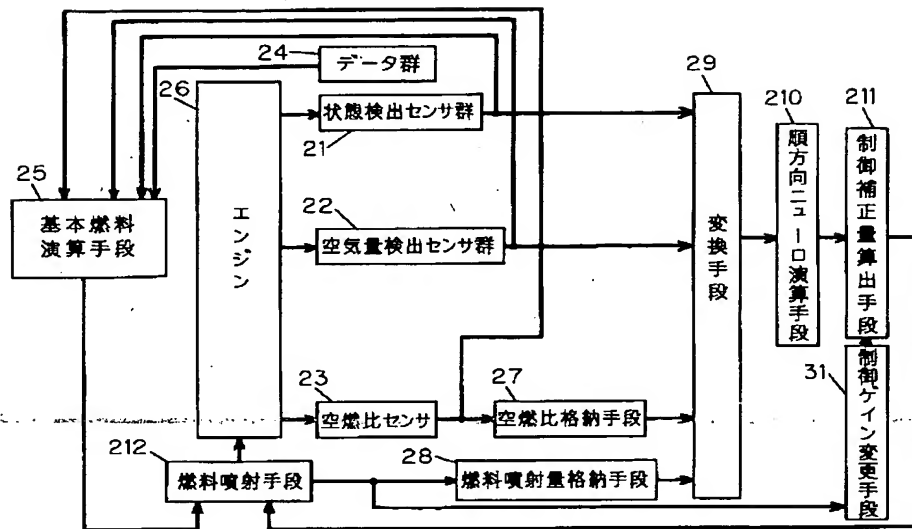
【図2】



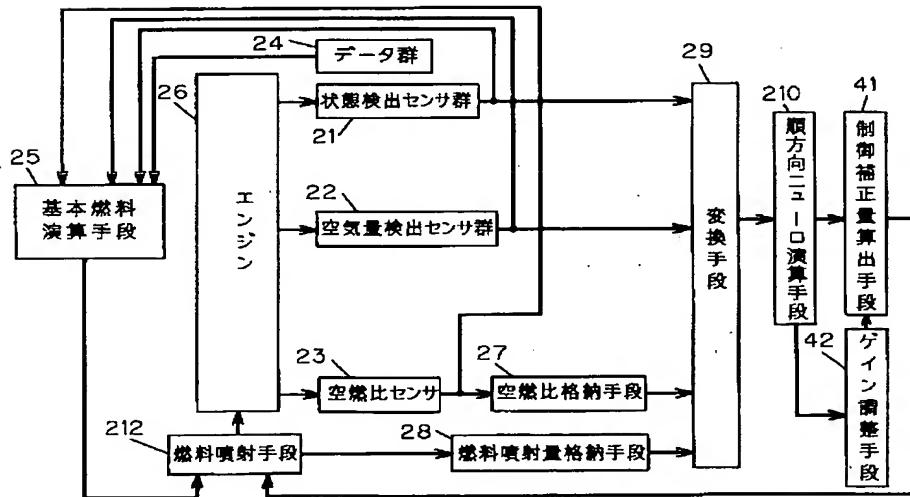
【図16】



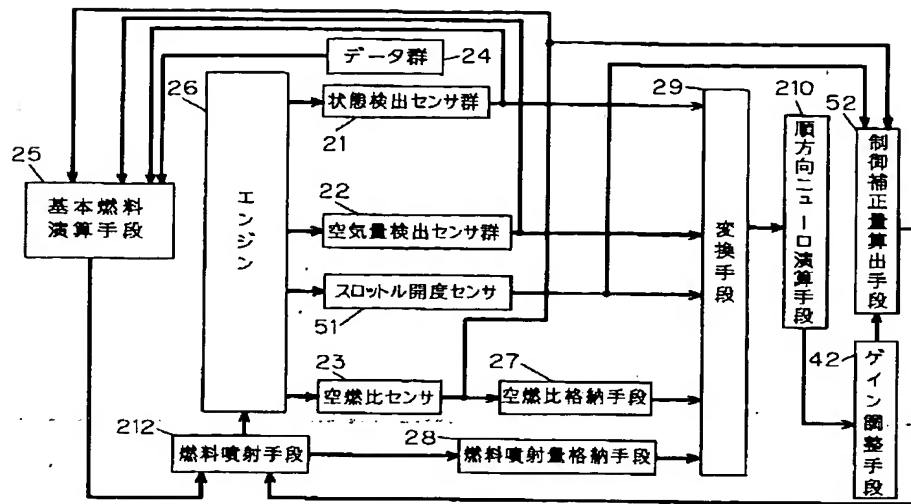
【図 3】



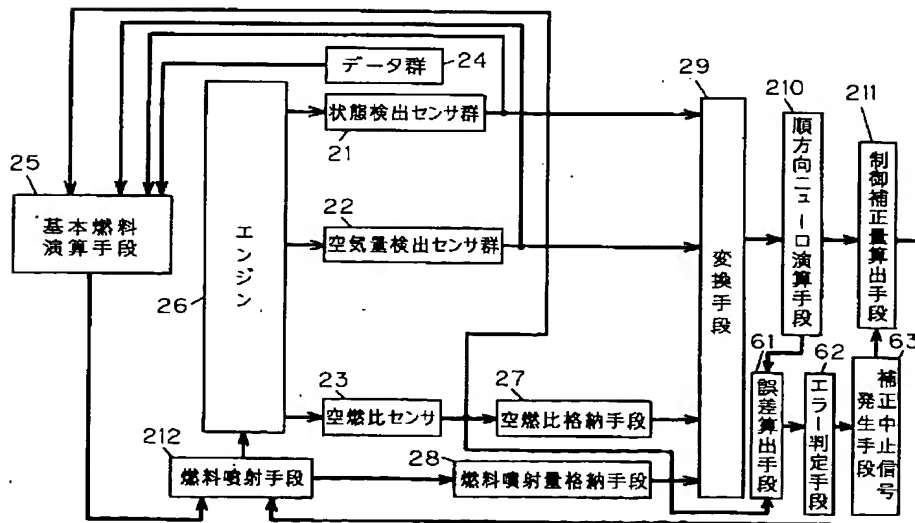
【図 4】



【図5】



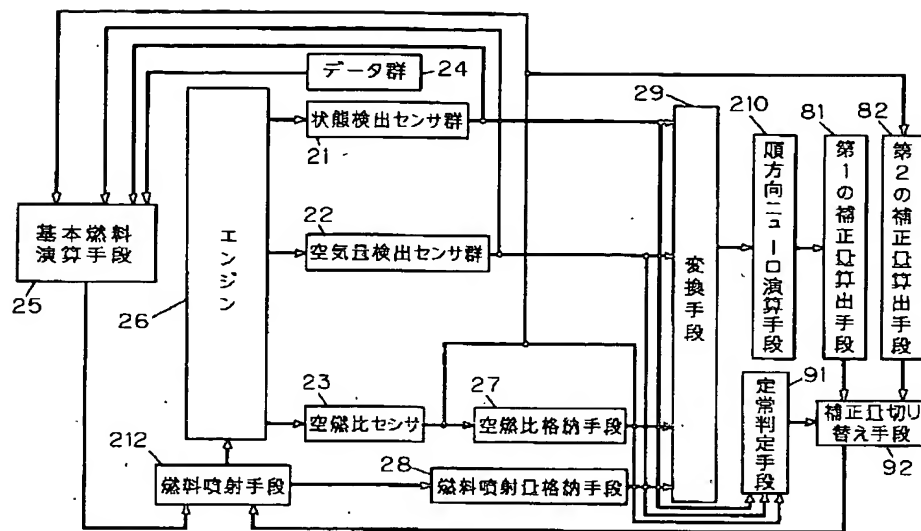
【図6】



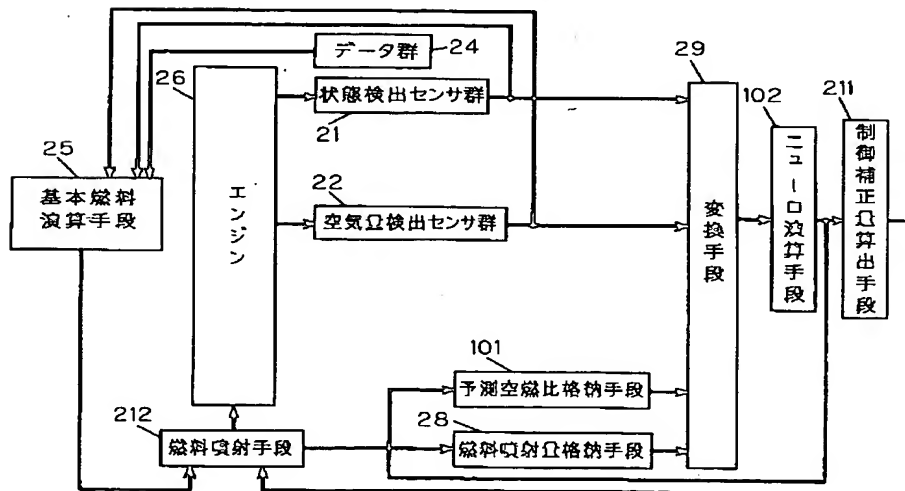
[illegible]

Figure 1 is a block diagram of the engine control system. The diagram shows the flow of data and control signals between various components. At the top, a '基本燃料演算手段' (Basic Fuel Calculation Means) receives inputs from a 'データ群' (Data Group) and an 'エンジン' (Engine). It outputs to a '燃料噴射手段' (Fuel Injection Means). The 'エンジン' (Engine) is connected to several sensors: '状態検出センサ群' (Status Detection Sensor Group), '空気量検出センサ群' (Air Quantity Detection Sensor Group), and '空燃比センサ' (Air/Fuel Ratio Sensor). These sensors output to an '変換手段' (Conversion Means). The '変換手段' also receives input from the '基本燃料演算手段'. The '変換手段' outputs to a '順方向ニューロ演算手段' (Forward Neuro Calculation Means), which then feeds into a '第1の補正量算出手段' (1st Correction Amount Calculation Means). This leads to a '第2の補正量算出手段' (2nd Correction Amount Calculation Means), which finally feeds into a 'フィルター処理手段' (Filter Processing Means). The 'フィルター処理手段' outputs to the '燃料噴射手段'. There are also feedback loops from the '燃料噴射手段' and the '空燃比センサ' back to the '基本燃料演算手段' and the '変換手段' respectively.

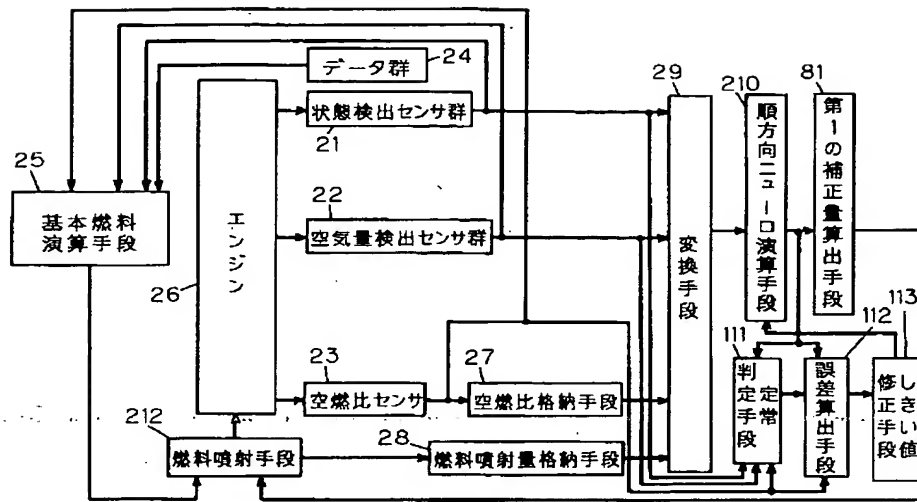
【図 9】



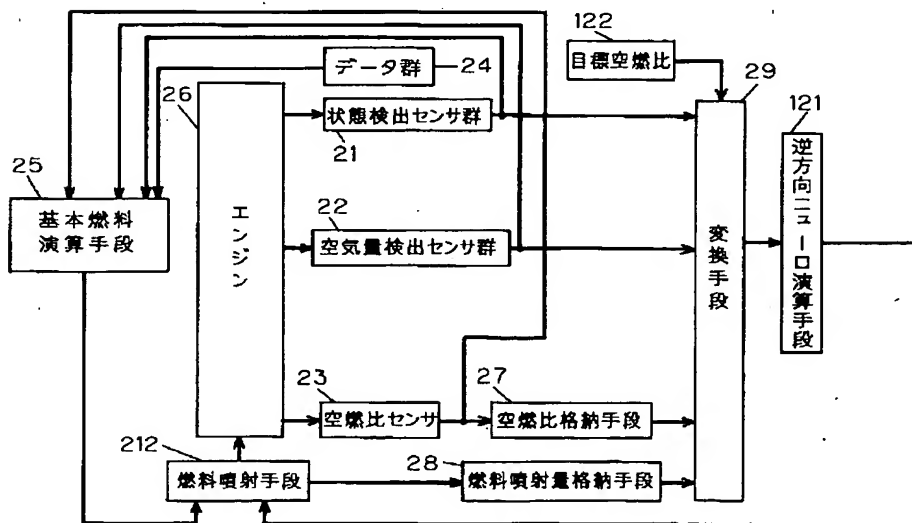
【図 10】



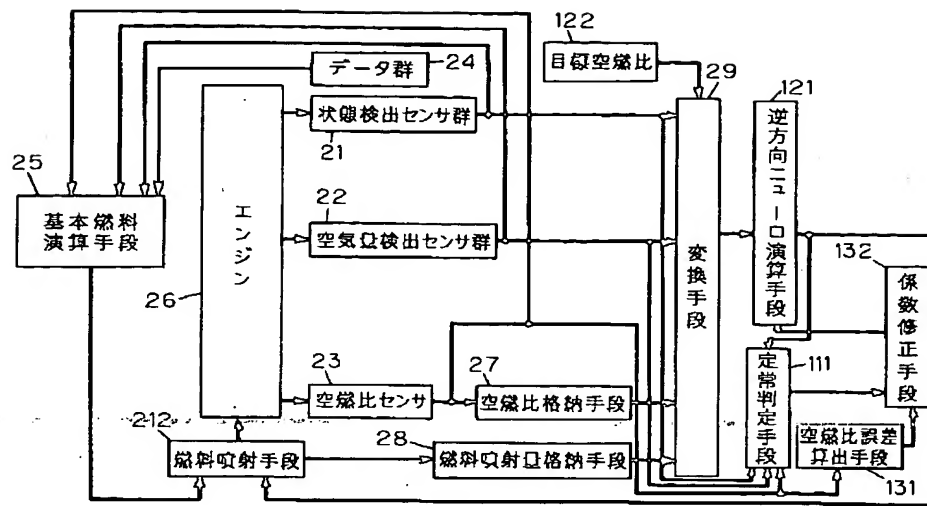
【図 11】



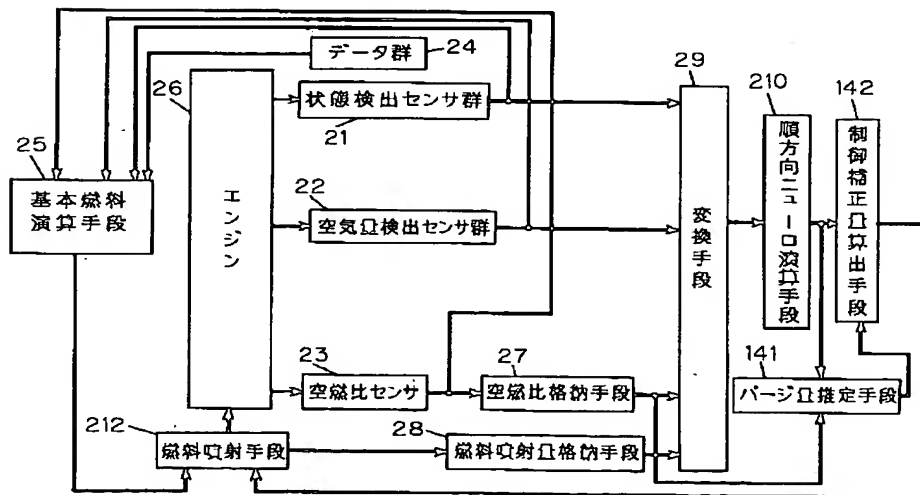
【図 12】



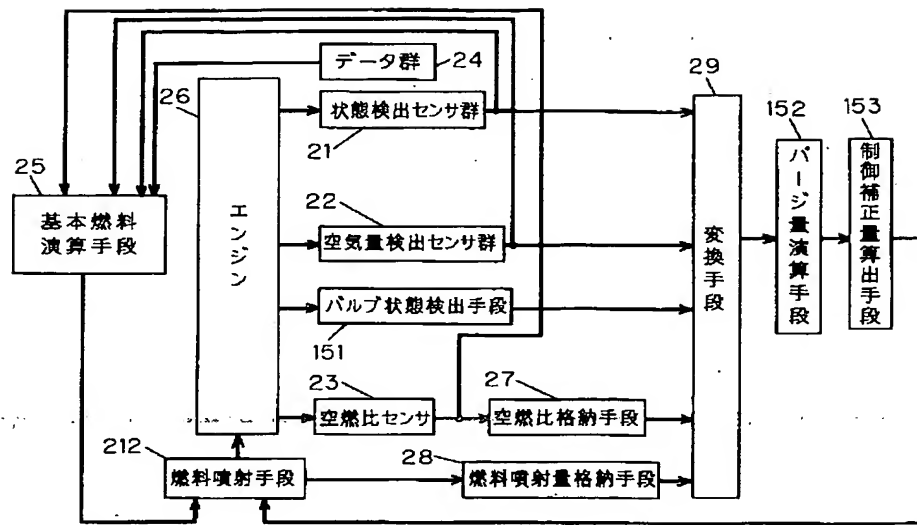
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

(72) 発明者 藤岡 典宏
 横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 松下
 通信工業株式会社内

This Page Blank (usp10)